



ATUALIZAÇÃO DE KITS DIDÁTICOS DE AUTOMAÇÃO NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Palavras-Chave: 1- Indústria 4.0, 2- Conectividade, 3- Automação e Instrumentação

Autores/as:

ANDREI CLODOALDO VIEIRA DOS SANTOS, COTUCA – UNICAMP

EMANUEL JOSÉ CROZOLETO FILHO, COTUCA – UNICAMP

GIULIA CRISTINA MONTEIRO SILVA, COTUCA – UNICAMP

ICARO KWIATKOWSKI DO AMARAL, COTUCA – UNICAMP

NICOLAS PONTES SILVA, COTUCA – UNICAMP

ANDERSON PIRES ROCHA, COTUCA – UNICAMP

GUILHERME BEZZON, COTUCA – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Torna-se cada vez mais perceptível a pertinência da aplicação de novas tecnologias em diversas ocasiões e setores da sociedade, tais como na indústria, no campo ou mesmo no dia a dia das pessoas. Tais tecnologias encontram-se na lógica que atualmente nos referimos como indústria 4.0. Entretanto, os elevados custos de implementação, em conjuntura com a escassez de qualificação e a carência de investimentos resultam em um cenário que inviabiliza o emprego das mesmas.

Em um país de tamanha influência global como o Brasil, que abriga mais de 700 mil indústrias, somente 1,6% corresponde à adoção da chamada “Indústria 4.0” (Confederação Nacional da Indústria) ¹. Buscando o aumento do acesso integral aos novos meios de desenvolvimento deste setor, o trabalho

desenvolvido pretendeu aplicar os fundamentos do conceito denominado *retrofit*, de modo que haja o processo de atualização ou melhoria de equipamentos, a fim de torná-los mais eficientes e compatíveis com as tecnologias recentes.

A proposta consiste em utilizar tecnologias pertencentes à indústria 3.0, em especial, relacionados à aplicação do Controlador Lógico Programável (CLP) em um contexto que se adapte à indústria 4.0, mais especificamente, realizar a leitura, envio, armazenamento e retorno de dados do CLP para a nuvem.

METODOLOGIA:

Inicialmente o método de pesquisa utilizado consistiu no entendimento dos conceitos da indústria 3.0, na compreensão das ferramentas aplicadas ao passo a passo do *retrofit* e, principalmente, em testes com os equipamentos

que demonstrem a performance adequada ao método utilizado. Como não é possível conectar o CLP diretamente à internet, em determinado momento, identificou-se a necessidade de um intermediário responsável por possibilitar a comunicação entre o CLP, que geralmente opera em um ambiente local e a nuvem, onde os dados podem ser armazenados e processados remotamente. Entretanto, para a criação de uma relação mestre/escravo, o elemento-chave precisava ser adequado às limitações da estrutura de mensagem aberta do protocolo de comunicação modbus utilizado. Dentro dessa proposta, a função de gateway modbus poderia ser exercida pelo microcontrolador ESP32, visto que possibilita a conectividade via AP ou STA (FREITAS)² e compatibilidade com o protocolo agregado à biblioteca ESP8266.

Com a conexão estabelecida, o trajeto realizado consiste em: leitura dos dados de um sensor ou equipamento pelo CLP, envio de dados do CLP para a ESP32 e envio de dados da ESP32 para a nuvem. Nos foi apontado que a comunicação entre CLP e ESP32 pode ser limitada a depender do tipo e características do controlador, por isso, foram realizados diversos métodos de conexão, dentre eles, modbus TCP (ethernet/internet), modbus RTU, modbus ASCII e discreta, com o intuito de viabilizar a aplicação independente das limitações do CLP.

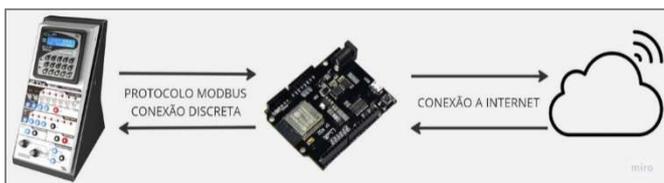


Figura 1 – Exemplo do fluxo de dados

Em seguida, os testes voltaram-se a realização da comunicação entre os dispositivos, portanto, levando em conta a compreensão da biblioteca

(modbus-8266), os códigos de exemplo utilizados em cada tipo de conexão e os conversores necessários nas aplicações, estabelecemos soluções às adversidades através do uso de componentes compatíveis entre si, como o W5500 que funciona como um meio de conectar a porta ethernet do CLP a ESP32 no caso de uma conexão TCP ethernet, ou o conversor de nível lógico 3,3 - 5V voltado a converter o sinal de uma rede industrial (24V) em um sinal que possa ser recebido pela ESP (3,3V) no caso de uma conexão discreta.

Tendo programado o CLP e ajustado a IHM, fez-se necessário a realização de uma rotina de verificação, visando importantes fatores para a conexão entre CLP e ESP32. Tais configurações podem ser definidas e alteradas de acordo com a interface de comunicação do equipamento, como demonstrado nas **figuras 2 e 3**.

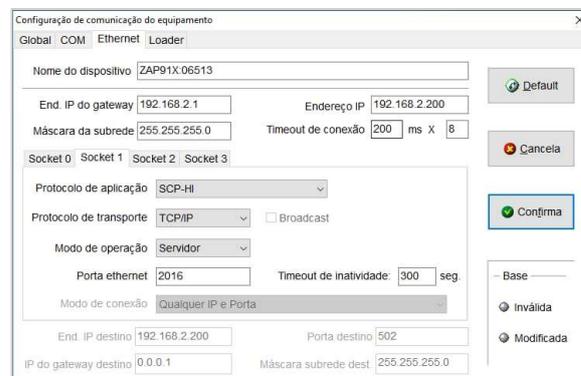


Figura 2 – Interface de configuração da porta voltada a conexão

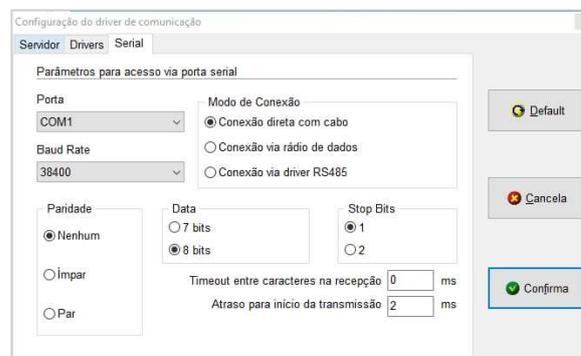


Figura 3 – Interface de configuração da porta voltada a programação

De modo geral, a constância de examinação e configuração das finalidades aderidas a cada porta (programação e conexão), juntamente à posição dos jumpers que definem o protocolo de comunicação (RS232 ou RS485), proporcionaram a segurança necessária para o entendimento dos parâmetros voltados à porta programável (velocidade, paridade, etc) e à comunicação, possibilitando assim, a recepção de elementos finais para a conclusão do

objetivo, tais quais a programação e definição do(s) endereço(s) ip do(s) dispositivos, máscara de rede, porta do modbus, ip do dispositivo de destino, entre outros.

Com o uso de elementos auxiliares e softwares de simulação, obtivemos a certificação do resultado esperado. A tabela 1 apresenta todos os recursos utilizados:

SOFTWARES/EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	VERSÕES/CÓDIGOS	FUNÇÕES
MODBUS - ESP8266	4.1.0	Biblioteca utilizada para conectar a ESP ao CLP.
SPDSW	4.4.10	Programação do CLP em linguagem ladder
OPPE	4.4.10	Programação da IHM do CLP.
Radzio Modbus Master Simulator	0.2.3	Teste de conexão do CLP à rede escolhida
Arduino IDE	1.8.19	Programação da ESP32 em linguagem C++
ZAP 91x firmware		Modelo do CLP utilizado para os testes.
Conversor de nível lógico 3,3-5V Bidirecional 2 canais	A0215	Interligar dispositivos que trabalham com diferentes tensões de sinal.
Sensor de Tensão 0-25V DC	A0202	Converter tensões na faixa de 25V a 5V
Módulo conversor serial RS232 para TTL - MAX3232	A0627	Converter sinais do tipo RS232 em sinais de nível Serial de nível TTL para facilitar a comunicação entre computadores e plataformas microcontroladoras.
Módulo Ethernet W5500 Arduino	W5500	Conectar a ESP ao CLP no protocolo modbus TCP ethernet.

Tabela 1 – Listagem dos equipamentos e softwares utilizados

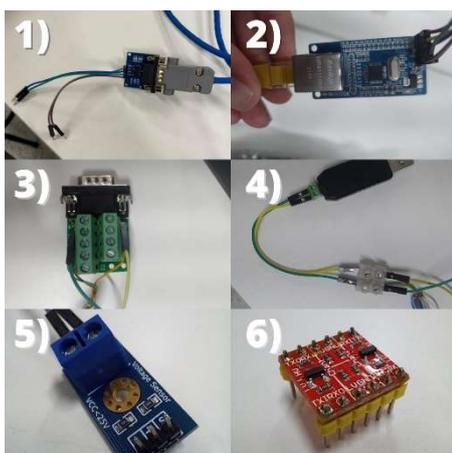


Figura 4 – Componentes eletrônicos utilizados

Os componentes eletrônicos apresentados pela tabela e pela figura 3 foram usados para interligar o CLP e a ESP de diferentes métodos, como apresentado na figura ao lado, respectivamente:

- 1) Módulo de conversor serial RS232 para TTL, 2) módulo Ethernet W5500 Arduino, 3) adaptador DB9 Serial RS232 Macho com Borne, 4) módulo conversor USB para RS485, 5) sensor de tensão 0-25V DC e 6) conversor de nível lógico 3,3-5V bidirecional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Para realizar a conexão e transferência de dados, foram feitos diversos testes, voltados à compreensão dos conceitos da indústria 3.0 e 4.0, das ferramentas e bibliotecas utilizadas para estabelecimento da comunicação, tais como: programação de CLP em linguagem ladder voltada a realizar a leitura e armazenar os dados a serem enviados, programação da IHM do CLP, comunicação entre 2 CLP's utilizando do protocolo modbus em rede cabeada com o intuito de testar e demonstrar a aplicabilidade do mesmo, comunicação entre duas ESP's32 usando o protocolo modbus-esp8266 com o objetivo de averiguar a possibilidade de conexão da ESP32 com outros dispositivos em uma mesma rede, envio e recepção de dados da ESP32 para a nuvem e do CLP para a ESP32, roteiros de verificação do funcionamento dos equipamentos, dentre outros.

Os experimentos realizados via conexão discreta, baseados em conversões de sinais por meio de sensores e conversores (24 – 3,3V), obtiveram sucesso no envio de dados do CLP para a nuvem, porém, como forma prévia de teste, foi realizada a conexão entre CLP e Arduino, onde os sinais de tensão emitidos pelo CLP eram apresentados no monitor serial.



Figura 5 – Leitura de dados do CLP e escrita no monitor Serial do Arduino IDE

Após a conclusão dessa etapa, a programação foi adaptada para que a ESP32 recebesse esses sinais e enviasse para o software ThingSpeak, que, por sua vez, exibiu o estado lógico da saída digital e o valor da saída analógica controlada pelo potenciômetro do CLP.

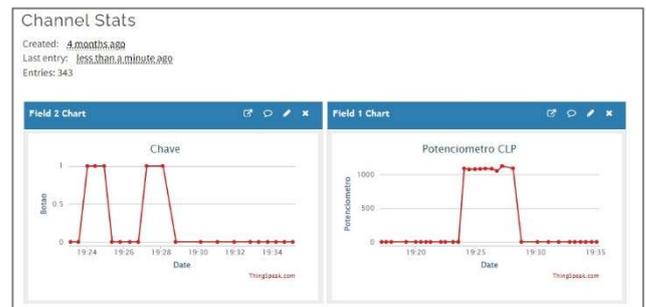


Figura 6 – Representação gráfica do estado da saída digital (à esquerda) e do valor do potenciômetro (à direita)

Durante os testes, foram encontradas imprecisões na biblioteca, em exemplo, a comunicação com o protocolo TCP ethernet onde se fazia possível a leitura e escrita de dados em forma de resposta analógica, porém sem o retorno digital. Como resultado, foram realizados testes voltados a comprovação da capacidade de envio de dados pela ESP32 para outros dispositivos. Através da conexão entre duas ESP's, pode se concluir que o erro se encontrava em outro fator da comunicação.

Em decorrência das práticas, foi destacada a relevância de fatores fundamentais para a aplicação do protocolo. Com o objetivo de realizar uma simulação prática, confeccionamos um modelo de rede industrial, conectando os CLP's em uma mesma rede.

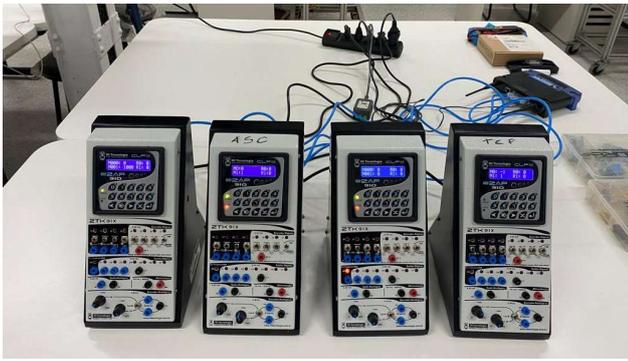


Figura 7 – Protótipo de rede industrial/ teste de conexão e visualização de CLP's em rede cabeada

As conclusões retiradas de tal experimento consistem na importância de averiguar os endereços IP de cada equipamento visando alterá-los para que não haja interferência de informações, possuir um endereço maior que 255, excedendo o limite do protocolo ou abrigar um endereço que não está habilitado a exercer tal função.

CONCLUSÕES:

Após a finalização da pesquisa, foi possível a compreensão da relevância do projeto no contexto mundial. Com resultados favoráveis, o processo de reutilização dos componentes industriais em questão, corresponderam aos objetivos propostos. A atualização de sistemas e equipamentos antigos para sistemas que possuam conectividade é uma das principais soluções para que os sistemas baseados no conceito da automação industrial 3.0 tenham utilidade no contexto atual da indústria cuja tendência é evoluir constantemente. Dessa forma, torna-se possível, de fato, monitorar e interagir com o CLP de forma remota e via internet, convertendo-o em um dispositivo compatível com o contexto da Indústria 4.0. Pode-se dizer que, devido aos resultados obtidos, abre-se uma vasta gama de possibilidades para a realização

de futuras pesquisas acerca da área e também para desenvolvimento de softwares de monitoramento e controle de sistemas industriais, possibilitando o avanço tecnológico no mercado atual.

Cerca de 70% das 9,4 mil empresas entrevistadas investiram em novidades tecnológicas em 2021 e 58,4% pretendem aumentar investimentos em pesquisa e desenvolvimento em 2023 (RIFTIN)³, portanto, além de desenvolver novas tecnologias para esse novo conceito de indústria, é necessário prosseguir na atualização de equipamentos para que a evolução da indústria seja algo gerado internamente, e não implantado por pressões externas. Por isso, torna-se primordial a valorização de pesquisas que abordam o assunto em questão, assim, aumenta-se cada vez mais a tendência de crescimento da economia e da qualidade da mão de obra.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Indústria 4.0. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>>. Acesso em: 20 de Jul. de 2023.
- 2 - FREITAS, Carlos Márcio. Protocolo Modbus: Fundamentos e Aplicações. Embarcados, 2014. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/protocolo-modbus/>> Acesso em: 18 de Jul. de 2023.
- 3 - RIFTIN, Nimrod. O que esperar da indústria 4.0 no Brasil em 2023? Inforchannel, 2023. Disponível em: <<https://inforchannel.com.br/2023/02/14/o-que-esperar-da-industria-4-0-no-brasil-em-2023/>> Acesso em: 25 jul. 2023.